

Rec'd PCT/PTO 02 AUG 2005

PCT/JP2004/007091

10/544120

28.5.2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 5月27日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-148919
[ST. 10/C]: [JP2003-148919]

出 願 人
Applicant(s): ホシデン株式会社
東京エレクトロン株式会社

REC'D 22 JUL 2004

WIPO

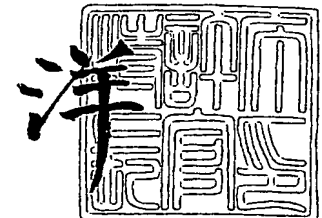
CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 7月 8日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2004-3058944

【書類名】 特許願

【整理番号】 T103048400

【提出日】 平成15年 5月27日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04R 19/04

【発明の名称】 音響検出機構及びその製造方法

【請求項の数】 8

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜 4 丁目 5 番 3 3 号 住友金属工業株式会社内

【氏名】 駒井 正嗣

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜 4 丁目 5 番 3 3 号 住友金属工業株式会社内

【氏名】 加川 健一

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府八尾市北久宝寺 1 丁目 4 番 3 3 号 ホシデン株式会社内

【氏名】 大林 義昭

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府八尾市北久宝寺 1 丁目 4 番 3 3 号 ホシデン株式会社内

【氏名】 安田 護

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府八尾市北久宝寺 1 丁目 4 番 3 3 号 ホシデン株式会社内

【氏名】 佐伯 真一

【特許出願人】

【識別番号】 000194918
【住所又は居所】 大阪府八尾市北久宝寺 1 丁目 4 番 3 3 号
【氏名又は名称】 ホシデン株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000002118
【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜 4 丁目 5 番 3 3 号
【氏名又は名称】 住友金属工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100107308
【住所又は居所】 大阪府大阪市北区豊崎 5 丁目 8 番 1 号
【弁理士】
【氏名又は名称】 北村 修一郎
【電話番号】 06-6374-1221

【選任した代理人】

【識別番号】 100114959
【住所又は居所】 大阪府大阪市北区豊崎 5 丁目 8 番 1 号
【弁理士】
【氏名又は名称】 山▲崎▼ 徹也
【電話番号】 06-6374-1221

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 049700
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9811620

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書
【発明の名称】 音響検出機構及びその製造方法
【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板にコンデンサを形成する一対の電極を有し、この一対の電極のうち一方の電極はアコースティックホールに相当する貫通穴を形成した背電極であり、他方の電極は振動板である音響検出機構であって、

前記基板に形成される前記振動板としての膜体を基準にして、前記基板のベース側にシリコン窒化膜を具備したことを特徴とする音響検出機構。

【請求項 2】 前記基板が単結晶シリコン基板をベースとした支持基板で成り、この支持基板として活性層と埋め込み酸化膜層との間に前記シリコン窒化膜が挟み込まれた構造の S O I ウェハを用い、前記活性層で前記振動板を形成していることを特徴とする請求項 1 記載の音響検出機構。

【請求項 3】 前記基板が単結晶シリコン基板をベースとした支持基板で成り、この支持基板として、埋め込み酸化膜層と、支持基板のベースとの間に前記シリコン窒化膜が挟み込まれた構造の S O I ウェハを用いていることを特徴とする請求項 1 記載の音響検出機構。

【請求項 4】 前記基板が単結晶シリコン基板で成る支持基板で構成され、この支持基板にシリコン酸化膜を成膜した後、このシリコン酸化膜上に前記シリコン窒化膜を成膜し、更に、このシリコン窒化膜上にシリコン膜を成膜していることを特徴とする請求項 1 記載の音響検出機構。

【請求項 5】 前記基板が単結晶シリコン基板をベースとした支持基板で成り、前記振動板としての膜体と前記支持基板との間に、シリコン酸化膜と前記シリコン窒化膜とで成る積層膜を形成し、前記シリコン酸化膜の膜厚範囲を $2\ \mu\text{m}$ 以下に設定し、前記シリコン窒化膜の膜厚範囲を $0.1\ \mu\text{m} \sim 0.6\ \mu\text{m}$ に設定し、夫々の膜厚比率として $(\text{シリコン酸化膜}) / (\text{シリコン窒化膜}) = 0 \sim 3$ となるように構成したことを特徴とする請求項 1 記載の音響検出機構。

【請求項 6】 前記単結晶シリコン基板として、(100) 面方位のシリコン基板を用いていることを特徴とする請求項 2～5 のいずれか 1 項に記載の音響検出機構。

【請求項 7】 前記振動板に対して、不純物拡散処理が施されていることを特徴とする請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の音響検出機構。

【請求項 8】 単結晶シリコン基板にコンデンサを形成する一対の電極を有し、この一対の電極のうち一方の電極はアコースティックホールに相当する貫通穴を形成した背電極であり、他方の電極は振動板である音響検出機構の製造方法であって、

前記単結晶シリコン基板の表面側にシリコン酸化膜を成膜し、該シリコン酸化膜上にシリコン窒化膜を成膜し、該シリコン窒化膜上に振動板となる多結晶シリコン膜を成膜し、該多結晶シリコン膜上に犠牲層となるシリコン酸化膜を成膜し、該シリコン酸化膜上に背電極となる多結晶シリコン膜を成膜し、

この後、前記背電極となる多結晶シリコン膜をフォトリソグラフィ技術により所望の形状にパターンを形成し、前記単結晶シリコン基板の裏面側から振動板下部に相当する領域をエッチングにより除去し、フッ酸により振動板下面側に存在するシリコン酸化膜とシリコン窒化膜とを除去し、かつ、前記犠牲層であるシリコン酸化膜を除去することを特徴とする音響検出機構の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、基板にコンデンサを形成する一対の電極を有し、この一対の電極のうち一方の電極はアコースティックホールに相当する貫通穴を形成した背電極であり、他方の電極は振動板である音響検出機構及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

携帯電話機には従来からコンデンサマイクロホンが多用され、そのコンデンサマイクロホンの代表的な構造として、図 5 に示すものを例に挙げることができる。つまり、このコンデンサマイクロホンは、アコースティックホールに相当する複数の貫通穴 h を形成した金属製のカプセル 100 の内部に、固定電極部 300 と振動板 500 とを、スペーサ 400 を挟み込む形態で一定間隔を持って対向配置すると共に、カプセル 100 の後部開口に基板 600 を嵌め込む形態で固定し

、この基板 600 に対して J-FET 等で成るインピーダンス変換素子 700 を備えている。この種コンデンサマイクロホンでは固定電極部 300 又は振動板 500 上に形成した誘電体材料に高電圧を印加し、加熱して電氣的な分極を発生させて、表面に電荷を残留させたエレクトレット膜を生成することにより（同図では、振動板 500 を構成する金属や導電性のフィルムで成る振動体 520 にエレクトレット膜 510 を形成している）、バイアス電圧を不要とした構造である。そして、音による音圧信号によって振動板 500 が振動した場合には、振動板 500 と固定電極部 300 との距離が変化することで静電容量が変化し、この静電容量の変化をインピーダンス変換素子 700 を介して出力するよう機能する。

【0003】

上記のように構成される音響検出機構と類似する従来技術として、振動板となる基板（110）と、背面板（103）（本発明の背電極）となる基板（108）とを接着層（109）を介して重ね合わせ、熱処理により接着した後に、背面板となる基板（108）を研磨して所望の厚さとし、次に、夫々の基板（108）・（109）とにエッチングマスク（112）を形成した後に、アルカリエッチング液で処理して、振動板（101）と背面板（103）とを得る。次に、背面板（103）を網目構造にし（本発明の貫通穴）、背面板（103）をエッチングマスクにして絶縁層（111）をフッ化水素酸でエッチングすることにより空隙層（104）を形成してコンデンサ型音響・圧力センサを構成している（例えば、特許文献 1 参照・番号は文献中のものを引用）。

【0004】

【特許文献 1】

特開 2002-27595 号公報（段落番号〔0030〕～〔0035〕、図 1、図 3）

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

図 5 に示す従来からのマイクロホンの出力を大きくする（感度を高める）ためには、固定電極部 300 と振動板 500 との間の静電容量を大きくする必要がある。そして、静電容量を大きくするには、固定電極部 300 と振動板 500 との

重畳面積を大きくする、又は、固定電極部 300 と振動板 500 と間隔を小さくすることが有効となる。しかし、固定電極部 300 と振動板 500 と重畳面積を大きくすることはマイクロホン自体の大型化を招くものであり、前述したようにスペーサ 400 を配置する構造では、固定電極部 300 と振動板 500 との距離を小さくするについても限界があった。

【0006】

又、エレクトレットコンデンサマイクロホンでは、永久的電気分極を作り出すために FEP (Fluoro Ethylene Propylene) 材等の有機系の高分子重合体を使用されることも多く、この有機系の高分子重合体を用いたものは耐熱性に劣るため、例えば、プリント基板に実装する場合にリフロー処理時の熱に耐え難く、実装する際にリフロー処理を行えないものであった。

【0007】

そこで、音響検出機構として、特許文献 1 に示されるようにシリコン基板に対して微細加工技術によって背電極と振動板とを形成した構造を採用することが考えられる。この構造の音響検出機構は、小型でありながら背電極と振動板との距離を小さくして感度を高め、又、バイアス電源を必要とするものであるが、リフロー処理を可能とするものとなる。しかしながら、特許文献 1 に記載される技術では、アルカリエッチング液で単結晶シリコン基板をエッチングすることによって振動板を形成するので、振動板の厚さの制御が困難で、必要とする厚さの振動板を得難いものであった。

【0008】

振動板の厚さの制御について考えるに、アルカリエッチング液でシリコン基板をエッチングすることによって振動板を形成するプロセスでは、振動板の厚さ制御性を向上させるために SOI ウェハーを利用することが有効である。つまり、この手法では、SOI ウェハーの埋め込み酸化膜をアルカリエッチング液によるエッチングの停止層として利用できるため、SOI ウェハーの活性層の厚みを設定することにより振動板の厚みを制御できるのである。

【0009】

しかしながら、このような手法を用いても、埋め込み酸化膜等からの内部応力

が振動板を歪ませるため、振動板を薄く形成した場合には振動特性を悪化させるものとなり、この内部応力による歪みを軽減するために振動板の厚みを設定した場合には、振動板の厚みを必要以上に厚く形成する必要から、振動板を薄くできず、プロセスを増大させるだけで（プロセス負荷を高めるだけで）改善の余地があった。

【0010】

本発明の目的は、厚みの制御により振動板を必要な厚さに形成しながら、振動板の歪みを抑制し、高感度となる音響検出機構を合理的に構成する点にある。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明の請求項1に係る音響検出機構の特徴、作用・効果は次の通りである。

〔特徴〕

基板にコンデンサを形成する一対の電極を有し、この一対の電極のうち一方の電極はアコースティックホールに相当する貫通穴を形成した背電極であり、他方の電極は振動板である音響検出機構において、前記基板に形成される前記振動板としての膜体を基準にして、前記基板のベース側にシリコン窒化膜を具備したことを特徴とする点にある。

【0012】

〔作用・効果〕

上記特徴によると、シリコン窒化膜の外側面に振動板としての膜体を形成した構造となるので、基板をエッチングによって除去し、膜体を露出させて振動板を形成した状態において、この膜体に対して基板から応力が作用する場合でも、シリコン窒化膜が応力を緩和することにより振動板に対して不要な応力を作用させる現象や、振動板を歪ませる現象を抑制して、音圧信号に対して振動板を忠実に振動させるものとなる。又、上記特徴によると、エレクトレット層を形成しない構造となるので、プリント基板に実装する場合にもリフロー時の熱にも耐えるものとなる。その結果、振動板を形成する膜体と支持基板との間にシリコン窒化膜を形成すると云う極めて簡単な構造の改良によって高感度な音響検出機構を構成できた。特に、この構成によると、微細加工技術を用いて支持基板に対して小型

の音響検出機構を形成できるので携帯電話機のように小型の機器に容易に用いることが可能で、プリント基板に実装する場合でも、リフロー処理が可能となる。

【0013】

本発明の請求項2に係る音響検出機構の特徴、作用・効果は次の通りである。

〔特徴〕

請求項1記載の音響検出機構において、前記基板が単結晶シリコン基板をベースとした支持基板で成り、この支持基板として活性層と埋め込み酸化膜層との間に前記シリコン窒化膜が挟み込まれた構造のSOIウェハーを用い、前記活性層で前記振動板を形成していることを特徴とする点にある。

【0014】

〔作用・効果〕

上記特徴によると、単結晶シリコン基板をベースとしたSOIウェハーに対してエッチング等の必要な処理を行うことにより、例えば、活性層を振動板に用いた音響検出機構を形成でき、この振動板に応力が作用する場合でも、シリコン窒化膜が応力を緩和するものとなる。その結果、予め必要な膜が形成されたSOIウェハーを用いて容易に音響検出機構が構成された。

【0015】

本発明の請求項3に係る音響検出機構の特徴、作用・効果は次の通りである。

〔特徴〕

請求項1記載の音響検出機構において、前記基板が単結晶シリコン基板をベースとした支持基板で成り、この支持基板として、埋め込み酸化膜層と、支持基板のベースとの間に前記シリコン窒化膜が挟み込まれた構造のSOIウェハーを用いていることを特徴とする点にある。

【0016】

〔作用・効果〕

上記特徴によると、単結晶シリコン基板をベースとしたSOIウェハーに対してエッチング等の必要な処理を行うことにより、例えば、埋め込み酸化膜の外側に形成した膜体を振動板に用いた音響検出機構を形成でき、この振動板に応力が作用する場合でも、シリコン窒化膜が応力を緩和するものとなる。その結果、

予め必要な膜が形成された S O I ウェハーを用いて容易に音響検出機構が構成された。

【0017】

本発明の請求項 4 に係る音響検出機構の特徴、作用・効果は次の通りである。

〔特徴〕

請求項 1 記載の音響検出機構において、前記基板が単結晶シリコン基板で成る支持基板で構成され、この支持基板にシリコン酸化膜を成膜した後、このシリコン酸化膜上に前記シリコン窒化膜を成膜し、更に、このシリコン窒化膜上にシリコン膜を成膜していることを特徴とする点にある。

【0018】**〔作用・効果〕**

上記特徴によると、支持基板としての単結晶シリコン基板に対して、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜、シリコン膜（単結晶シリコン、多結晶シリコンの何れであっても良い）をこの順序で形成した基板を用い、必要な処理を行うことにより、シリコン膜を振動板に用いた音響検出機構を形成でき、この振動板に応力が作用する場合でも、シリコン窒化膜が応力を緩和するものとなる。その結果、単結晶シリコン基板に対する成膜処理と、特定部位の膜を除去する処理とを行うことにより音響検出機構が構成された。

【0019】

本発明の請求項 5 に係る音響検出機構の特徴、作用・効果は次の通りである。

〔特徴〕

請求項 1 記載の音響検出機構において、前記基板が単結晶シリコン基板をベースとした支持基板で成り、前記振動板としての膜体と前記支持基板との間に、シリコン酸化膜と前記シリコン窒化膜とで成る積層膜を形成し、前記シリコン酸化膜の膜厚範囲を $2\mu\text{m}$ 以下に設定し、前記シリコン窒化膜の膜厚範囲を $0.1\mu\text{m} \sim 0.6\mu\text{m}$ に設定し、夫々の膜厚比率として（シリコン酸化膜）／（シリコン窒化膜）＝ $0 \sim 3$ となるように構成したことを特徴とする点にある。

【0020】**〔作用・効果〕**

上記特徴によると、シリコン酸化膜の膜厚と、シリコン窒化膜の膜厚との設定より、シリコン酸化膜とシリコン窒化膜とで成る積層膜の合成応力を制御することにより、単結晶シリコン基板から振動板に対して作用する応力を制御して振動板に作用する応力を制御できる。このように振動板に作用する応力の制御性を証明するための実験結果を図4のように表すことができる。つまり、振動板の厚みを $2\mu\text{m}$ に設定し、シリコン窒化膜の膜厚を変化させてコンデンサマイクロホンを製造した際の振動板の撓み量は、同図から明らかなようにシリコン窒化膜を具備しない場合と比べて小さくなるものであり、シリコン窒化膜の膜厚範囲を $0.1\mu\text{m} \sim 0.6\mu\text{m}$ に設定し、夫々の膜厚比率として (シリコン酸化膜) / (シリコン窒化膜) = $0 \sim 3$ となるように構成することにより、振動板の撓み量を $6\mu\text{m}$ 以下の小さい値に維持できる。その結果、シリコン酸化膜の膜厚と、シリコン窒化膜の膜厚との設定より、振動板の撓み量を低減して支障なく使用できる音響検出機構を構成できた。

【0021】

本発明の請求項6に係る音響検出機構の特徴、作用・効果は次の通りである。

〔特徴〕

請求項2～5のいずれか1項に記載の音響検出機構において、前記単結晶シリコン基板として、(100)面方位のシリコン基板を用いていることを特徴とする点にある。

【0022】

〔作用・効果〕

上記特徴によると、(100)面方位の単結晶シリコン基板特有の面方位の方向に選択的にエッチングを進行させ得るので、エッチングパターンに対して忠実となる精密なエッチングを可能にする。その結果、精密可能によって必要とする形状の加工を実現できるものとなった。

【0023】

本発明の請求項7に係る音響検出機構の特徴、作用・効果は次の通りである。

〔特徴〕

請求項1～5のいずれか1項に記載の音響検出機構において、前記振動板に対

して、不純物拡散処理が施されていることを特徴とする点にある。

【0024】

〔作用・効果〕

上記特徴によると、振動板に対する不純物拡散処理を行うことにより、振動板に対して圧縮応力を作り出し、単結晶シリコン基板から振動板に対して作用する応力をうち消す方向に作用させることが可能となる。その結果、振動板に作用する応力を一層低減し、高感度の音響検出機構を構成できた。

【0025】

本発明の請求項 8 に係る音響検出機構の製造方法の特徴、作用・効果は次の通りである。

〔特徴〕

単結晶シリコン基板にコンデンサを形成する一対の電極を有し、この一対の電極のうち一方の電極はアコースティックホールに相当する貫通穴を形成した背電極であり、他方の電極は振動板である音響検出機構の製造方法において、前記単結晶シリコン基板の表面側にシリコン酸化膜を成膜し、該シリコン酸化膜上にシリコン窒化膜を成膜し、該シリコン窒化膜上に振動板となる多結晶シリコン膜を成膜し、該多結晶シリコン膜上に犠牲層となるシリコン酸化膜を成膜し、該シリコン酸化膜上に背電極となる多結晶シリコン膜を成膜し、この後、前記背電極となる多結晶シリコン膜をフォトリソグラフィ技術により所望の形状にパターンを形成し、前記単結晶シリコン基板の裏面側から振動板下部に相当する領域をエッチングにより除去し、フッ酸により振動板下面側に存在するシリコン酸化膜とシリコン窒化膜とを除去し、かつ、前記犠牲層であるシリコン酸化膜を除去することを特徴とする点にある。

【0026】

〔作用・効果〕

上記特徴によると、単結晶シリコン基板の表面側にシリコン酸化膜、シリコン窒化膜、振動板となる多結晶シリコン膜、犠牲層として機能するシリコン酸化膜、背電極となるシリコン酸化膜をこの順序で成膜し、この後には、フォトリソグラフィ技術等を用いたエッチングを行うことにより音響検出機構を製造できる。

その結果、シリコン基板に対して半導体を形成するために存在する従来からの技術を用いるだけで、単結晶シリコン基板に対して小型のコンデンサを形成して音響検出機構を作り出せるのである。

【0027】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

図1には本発明の音響検出機構の一例としてのシリコンコンデンサマイクロホン（以下、マイクロホンと略称する）の断面を示している。このマイクロホンは単結晶シリコンをベースにした支持基板Aに対して、LP-CVD（Low Pressure Chemical Vapor Deposition）法により成膜した多結晶シリコン膜によって振動板Bと背電極Cとを形成し、この振動板Bと背電極Cとの間に対してシリコン酸化膜（ SiO_2 ）で成る犠牲層をスペーサDとして配置した構造を有している。このマイクロホンは、振動板Bと背電極Cとをコンデンサとして機能させるものであり、音圧信号によって振動板Bが振動する際のコンデンサの静電容量の変化を電氣的に取出す形態で使用される。

【0028】

このマイクロホンにおける支持基板Aの大きさは一辺が5.5mmの正方形で厚さが600 μm 程度に形成されている。振動板Bの大きさは一辺が2.0mmの正方形で厚さが2 μm に設定されている。背電極Cには一辺が10 μm 程度の正方形のアコースティックホールに相当する複数の貫通穴Caが形成されている。尚、同図では一部の膜や層の厚さを誇張して描いている。

【0029】

このマイクロホンは、単結晶シリコン基板301の表面側にシリコン酸化膜302、シリコン窒化膜303、多結晶シリコン膜304、犠牲層305、多結晶シリコン膜306を積層して形成し、この表面側の多結晶シリコン膜306に対するエッチングにより背電極C、及び、複数の貫通穴Caを形成し、又、単結晶シリコン基板301の裏面から多結晶シリコン膜304（振動板Bを形成する膜体の一例）の部位までエッチングを行うことにより音響開口Eを形成し、この音響開口Eの部位に露出する多結晶シリコン膜304で前記振動板Bを形成し、更

に、犠牲層 305 のエッチングを行うことにより振動板 B と背電極 C との間に空隙領域 F を形成し、かつ、このエッチングの後に振動板 B の外周部位に残留するで犠牲層 305 でスペーサ D を形成した構造を具備したものであり、以下に、このマクロホンの製造工程（製造方法）を図 2（a）～（f）及び図 3（g）～（k）に基づいて説明する。

【0030】

工程（a）：（100）面方位の単結晶シリコン基板 301 の両面に厚さ 0.8 μm のシリコン酸化膜 302 を熱酸化により形成する。このシリコン酸化膜 302 は後述するようにアルカリエッチング液によるエッチングの停止層として機能する。又、このシリコン酸化膜 302 の膜厚は 0.8 μm に限定されるものではなく、2 μm 以下であれば良い。

【0031】

工程（b）：工程（a）で形成したシリコン酸化膜 302 の膜面上（基板の両面）に応力緩和層として機能する厚さ 0.2 μm のシリコン窒化膜 303 を LP-CVD（Low Pressure Chemical Vapor Deposition）法により形成する。このように形成されたものが SOI ウェハで成る支持基板 A となる。前記シリコン窒化膜 303 の膜厚は 0.2 μm に限定されるものではなく、0.1 μm ～ 0.6 μm の範囲内であれば良い。

【0032】

工程（c）：工程（b）で形成した支持基板 A のシリコン窒化膜 303 の膜面上（基板の両面）に多結晶シリコン膜 304 を LP-CVD 法により形成する。このように形成した多結晶シリコン膜 304 の一部が振動板 B として機能するものとなるが、この多結晶シリコン膜 304 に代えて単結晶シリコン膜を形成し、この単結晶シリコンの一部を振動板 B として用いることも可能である。

【0033】

工程（d）：工程（c）で形成した多結晶シリコン膜 304 のうち表面側（図面では上側）の膜面上に犠牲層として機能する厚さ 5 μm のシリコン酸化膜 305 を P-CVD（Plasma Chemical Vapor Deposition）法により形成する。

【0034】

工程 (e) : 次に、工程 (d) で形成したシリコン酸化膜 305 の膜面上、及び、裏面側 (多結晶シリコン膜 304 の膜面上) に厚さ $4\ \mu\text{m}$ の多結晶シリコン膜 306 を P-CVD 法により形成する。

【0035】

工程 (f) : 工程 (e) で形成した多結晶シリコン膜 306 のうち表面側にフォトリソグレイの技術によって不要な部位を除去してレジストパターン 307 を形成する。

【0036】

工程 (g) : 工程 (f) で形成したレジストパターン 307 をマスクにして RIE (Reactive Ion Etching) の技術によるエッチングを行うことにより、上面側の多結晶シリコン膜 306 から背電極 C のパターンを形成する (パターニング)。このように背電極 C のパターンを形成する際には、複数の貫通穴 Ca が同時に形成される。又、このようにエッチングを行うことにより裏面側 (図面では下側) の多結晶シリコン膜 306、多結晶シリコン膜 304 は除去される。

【0037】

工程 (h) : 次に、裏面 (図面では下側) に形成したシリコン窒化膜 303 の表面にフォトリソグレイの技術によって不要な部位を除去してレジストパターンを形成し、この後、レジストパターンをマスクにして RIE (Reactive Ion Etching) の技術によるエッチングを行うことにより、シリコン窒化膜 303 と、この下層のシリコン酸化膜 302 とを除去して、後述する工程 (j) において行われるアルカリエッチング液によるエッチングを実現するシリコンエッチング用の開口パターン 309 を形成する。

【0038】

工程 (i) : 次に、表面側に (工程 (g)) で背電極 C が形成された側に保護膜としてシリコン窒化膜 311 を形成する。

【0039】

工程 (j) : 次に、裏面側から、エッチング液として TMAH (テトラメチルアンモニウムヒドロキシド) の水溶液を用いて異方性エッチングを行うことによりシリコン基板 301 を除去して前記音響開口 E を形成する。このエッチ

ングの際にはシリコン酸化膜 302 (埋め込み酸化膜) のエッチング速度が単結晶シリコン基板 301 のエッチング速度より充分に低速であるため、このシリコン酸化膜 302 がシリコンエッチングの停止層として機能する。

【0040】

工程 (k) : 次に、保護膜として形成したシリコン窒化膜 311 と、犠牲層 305 と、音響開口 E の側に露出するシリコン酸化膜 302 と、シリコン窒化膜 303 とを除去し、更に、単結晶シリコン基板 301 の裏面に残存するシリコン窒化膜 303 と、シリコン酸化膜 302 とを HF によるエッチングによって除去することにより、多結晶シリコン膜 304 によって振動板 B を形成し、この振動板 B と背電極 C との間に間隙領域 F を形成し、残存する犠牲層 305 によってスペーサ D を形成するものとなる。この後、ステンシルマスクを用いて Au (金) を所望の位置に蒸着して取出し用電極 314 を形成してマイクロホンが完成するのである。

【0041】

このような工程に従って製造する際に、振動板 B の厚みを $2\mu\text{m}$ に維持した状態で、応力緩和層として機能するシリコン窒化膜 303 の膜厚を変化させてコンデンサマイクロホンを製造し、振動板 B の撓み量をレーザ変位計により測定した結果を図 4 に示している。同図に示されるように、シリコン窒化膜 303 を具備することにより振動板 B の撓み量が抑制され、このシリコン窒化膜 303 によって振動板の撓みが制御されていることが分かる。

【0042】

このように、本発明の音響検出機構は、微細加工技術を用いて支持基板 A に対して振動板 B と背電極 C とを形成した構造を採用しているので、音響検出機構全体を極めて小型に構成することが可能となり、携帯電話機のような小型の機器に対して容易に組込めるばかりか、プリント基板に実装する場合にも、高温でのリフロー処理に耐え得るので、装置の組立を容易にするものとなる。

【0043】

特に、振動板 B を形成する膜体に近接する位置にシリコン窒化膜で成る応力緩和層を形成するだけで、振動板 B に作用する応力を抑制して振動板 B の歪みを取

除き、音圧信号に対して忠実な振動を現出する音響検出機構を構成し得るのである。そして、本発明の音響検出機構では、例えば、マイクロホンを製造する際に1つの工程を付加する程度の工程の簡単な改良だけで、応力緩和層を形成するので、プロセスの複雑化を招来することがない。又、応力緩和層を形成することによって振動板に作用する応力を抑制できるので、振動板Bの膜厚を薄くすることも可能となり、極めて高感度の音響検出機構を構成できるものとなる。

【0044】

〔別実施の形態〕

本発明は上記実施の形態以外に、例えば、以下のように構成することも可能である（この別実施の形態では前記実施の形態と同じ機能を有するものには、実施の形態と共通の番号、符号を付している）。

【0045】

（イ）支持基板Aとして、活性層と埋め込み酸化膜との間にシリコン窒化膜が挟み込まれた構造のSOIウェハーを用いる。この構造のSOIウェハーを用いた場合には、活性層を振動板に用いた音響検出機構を形成でき、この振動板に応力が作用する場合でも、シリコン窒化膜が応力を緩和するものとなる。

【0046】

（ロ）前記支持基板Aとして、埋め込み酸化膜層と、支持基板のベースとの間にシリコン窒化膜が挟み込まれた構造のSOIウェハーを用いる。この構造のSOIウェハーを用いた場合には、例えば、埋め込み酸化膜の外面側に形成した膜体を振動板として用いることが可能となり、この振動板に応力が作用する場合でも、シリコン窒化膜が応力を緩和するものとなる。

【0047】

（ハ）本発明の実施の形態では、単結晶シリコン基板301にシリコン酸化膜302を成膜した後に、このシリコン酸化膜302上にシリコン窒化膜303を成膜していたが、単結晶シリコン基板301にシリコン窒化膜303を成膜した後、このシリコン窒化膜303上にシリコン酸化膜302を形成しても良い。又、シリコン酸化膜302の膜厚を $2\mu\text{m}$ 以下に設定し、シリコン窒化膜303の膜厚を $0.1\mu\text{m}\sim 0.6\mu\text{m}$ の範囲内に設定し、夫々の膜厚比率として（シリコ

ン酸化膜) / (シリコン窒化膜) = 0 ~ 3 であることが応力緩和の観点から望ましい。

【0048】

(二) 上記の実施の形態では振動板Bの材料として多結晶シリコン膜304を用いているが、振動板Bの材料は、金属膜等の導電性のある膜、あるいは、金属膜等の導電性のある膜と、樹脂膜等の絶縁性との積層膜であっても良い。特に、金属膜としてタングステンのように高融点材料を用いることも考えられる。

【0049】

(ホ) 本発明は前述したようにシリコン窒化膜311を形成することにより、振動板Bに作用する応力の軽減(制御)を実現するものであるが、このようにシリコン窒化膜311を形成する構成に加えて、振動板Bに不純物拡散を施すことで振動板Bの応力制御を行うことも可能である。具体的な処理の一例を挙げると、イオン注入法により、ホウ素をエネルギー30kV、ドーズ量 $2 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$ で振動膜中に導入し、活性化熱処理として窒素雰囲気にて1150℃、8時間の熱処理を施すことで、圧縮応力を有する振動板Bを形成することができる。従って、アルカリエッチング液によるシリコンエッチングの停止層であるシリコン酸化膜やシリコン窒化膜の膜厚比と不純物拡散と背電極の厚さとを組み合わせることで総合的に振動板Bの張力を制御して、振動板Bに作用する外力を低減できるのである。

【0050】

(ヘ) 音響検出機構を構成する支持基板Aに対して、振動板Bと背電極Cとの間の静電容量変化を電気信号に変換して出力するよう機能する集積回路を形成することも可能である。このように集積回路を形成したものでは振動板Bと背電極Cとの間の静電容量の変化を電気信号に変換して出力する電気回路をプリント基板上等に形成する必要がなく、本構造の音響検出機構を用いる機器の小型化、構造の簡素化を実現する。

【0051】

(ト) 本発明の音響検出機構はマイクロホンの他に、空気振動や空気の圧力変化に感応するセンサとして利用することも可能である。

【図面の簡単な説明】**【図 1】**

コンデンサマイクロホンの断面図

【図 2】

コンデンサマイクロホンの製造工程を連続的に示す図

【図 3】

コンデンサマイクロホンの製造工程を連続的に示す図

【図 4】

シリコン窒化膜厚と振動板撓み量との関係をグラフ化した図

【図 5】

従来のコンデンサマイクロホンの断面図

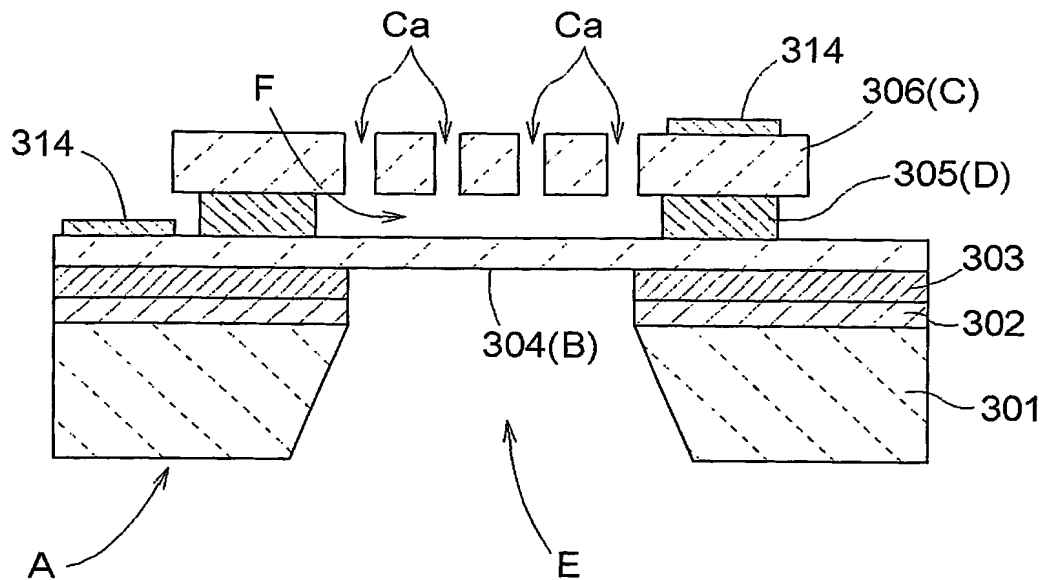
【符号の説明】

301	単結晶シリコン基板
302	シリコン酸化膜
303	シリコン窒化膜
304	膜体・多結晶シリコン膜
305	犠牲層
306	多結晶シリコン膜
A	支持基板
B	振動板
C	背電極
Ca	貫通穴

【書類名】

図面

【図 1】



A: 支持基板

B: 振動板

C: 背電極

D: スペース

E: 音響開口

F: 空隙領域

301: 単結晶シリコン基板

302: シリコン酸化膜

303: シリコン窒化膜

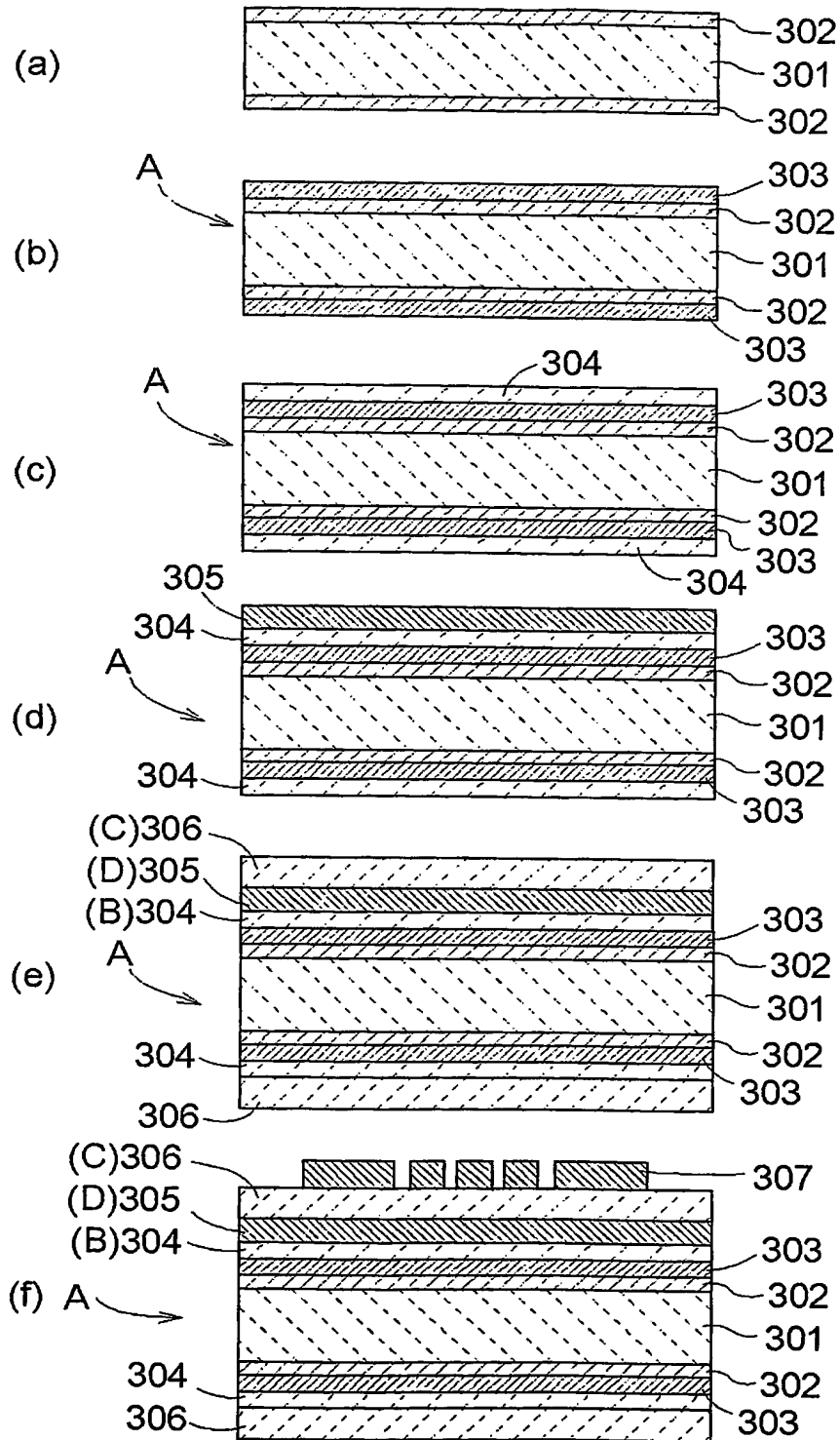
304: 多結晶シリコン膜

305: 犠牲層

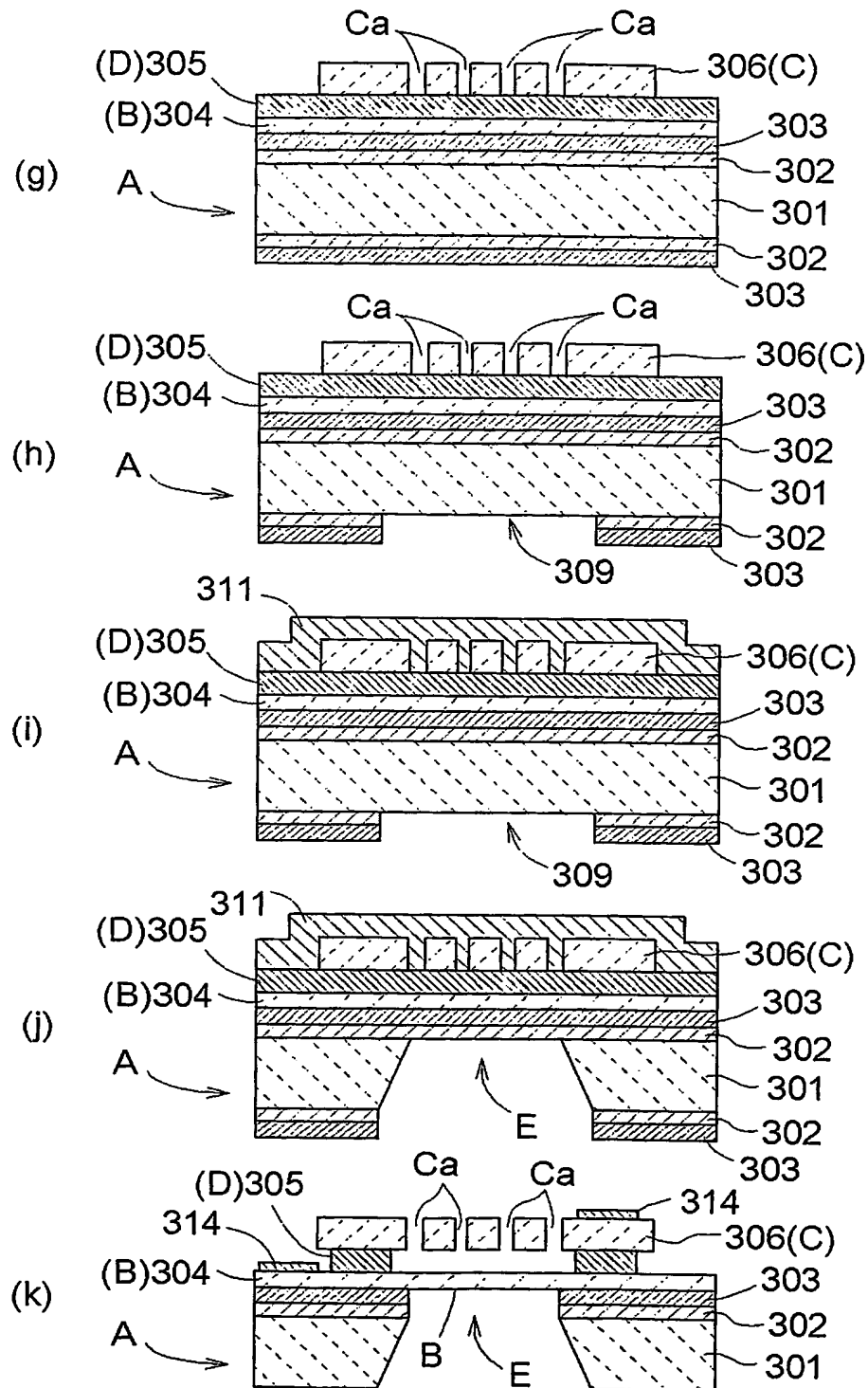
306: 多結晶シリコン膜

314: 取出し電極

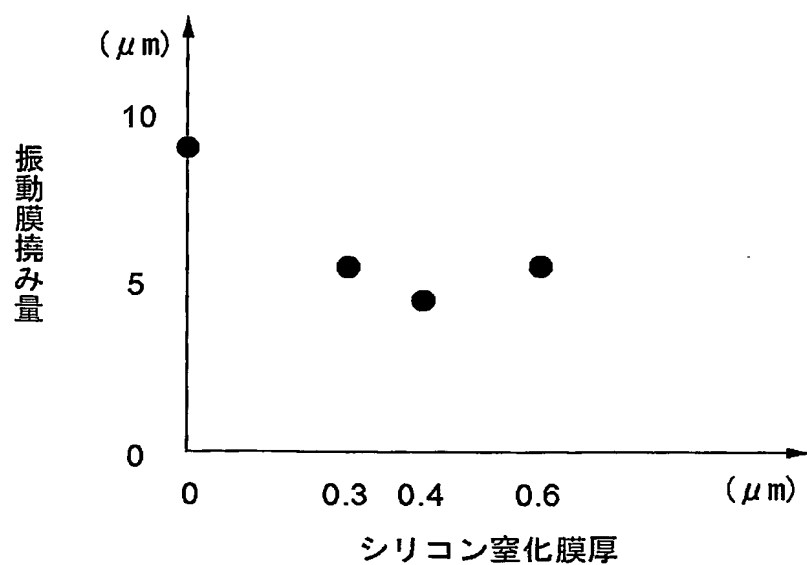
【図 2】



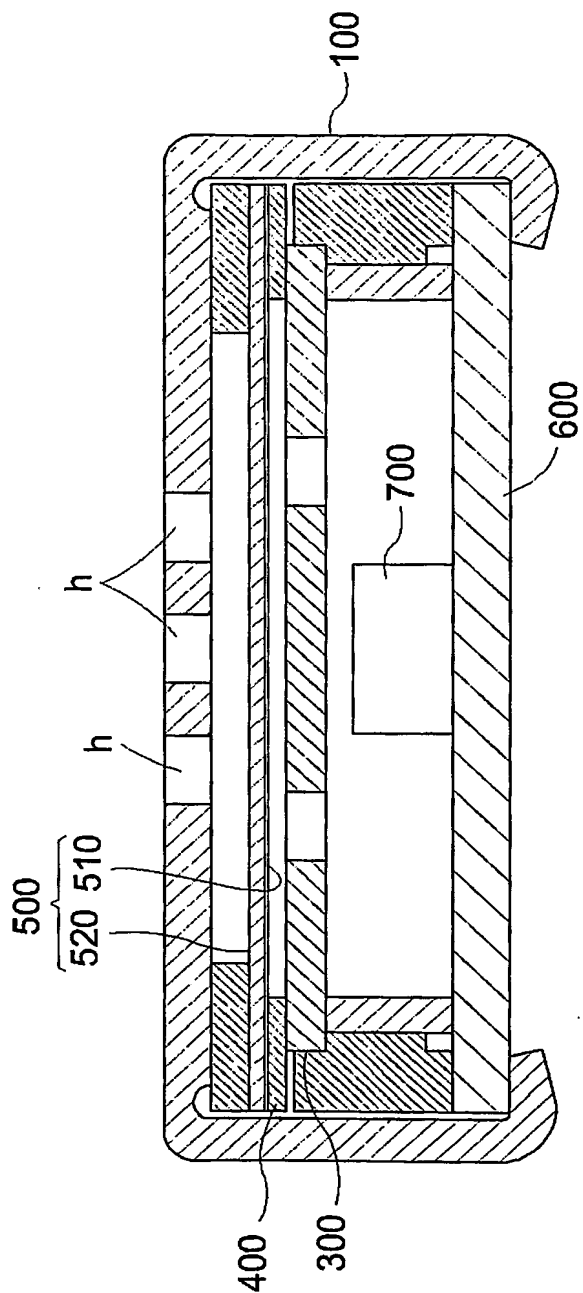
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 振動板を必要な厚さに形成しながら、振動板の歪みが抑制される音響検出機構を構成する。

【解決手段】 支持基板Aに形成されたシリコン酸化膜302の膜面上にシリコン窒化膜303を応力緩和層として形成し、このシリコン窒化膜303の膜面上に多結晶シリコン膜304を形成し、この多結晶シリコン膜304の一部を振動板Bとして機能させ、この多結晶シリコン膜304の膜面上に犠牲層で成るスペーサCを介して、多結晶シリコン膜304で成る背電極Cを形成した。

【選択図】 図1

【書類名】 出願人名義変更届
【提出日】 平成16年 2月 3日
【あて先】 特許庁長官 殿
【事件の表示】
 【出願番号】 特願2003-148919
【承継人】
 【識別番号】 000219967
 【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社
【承継人代理人】
 【識別番号】 100107308
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 北村 修一郎
 【電話番号】 06-6374-1221
 【ファクシミリ番号】 06-6375-1620
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 049700
 【納付金額】 4,200円
【提出物件の目録】
 【物件名】 委任状 1
 【援用の表示】 同日付けで提出した特願2002-256669の出願人名義変更届に添付のものを援用する
 【物件名】 持分譲渡証書 1
 【提出物件の特記事項】 追って補充する
 【物件名】 同意書 1
 【提出物件の特記事項】 追って補充する

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-148919
受付番号	50400174533
書類名	出願人名義変更届
担当官	古田島 千恵子 7288
作成日	平成16年 3月12日

< 認定情報・付加情報 >

【承継人】

【識別番号】	000219967
【住所又は居所】	東京都港区赤坂五丁目3番6号
【氏名又は名称】	東京エレクトロン株式会社

【承継人代理人】

申請人	
【識別番号】	100107308
【住所又は居所】	大阪府大阪市北区豊崎5丁目8番1号
【氏名又は名称】	北村 修一郎

特願 2003-148919

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000194918]

1. 変更年月日 1990年10月17日

[変更理由] 名称変更

住 所 大阪府八尾市北久宝寺1丁目4番33号

氏 名 ホシデン株式会社

特願 2003-148919

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000002118]

1. 変更年月日

1990年 8月16日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

氏 名

住友金属工業株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000219967]

1. 変更年月日

2003年 4月 2日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区赤坂五丁目3番6号

氏 名

東京エレクトロン株式会社